鹿児島工業高等専門学校
研究報告　40（2005）
1～4

シミュレーターを用いた生産管理学習でゲーム的要素を持ち込んだ講義の展開

塚本　公秀+

Development of Lecture Method on Production Control Study using Simulation Game on FEM simulator

Kimihide　TSUKAMOTO

Today, the knowledge of the production control becomes very important for the production engineer on their production site. However the student cannot have neither a lecture on the production control nor laboratory work. The real production line which has some machine tool controlled by the computer needs for the study of the production control. It is too expensive for many schools to give a technical training or experiments about the production control. Therefore, the simulation software of Flexible Manufacturing System has been introduced and tried to give the technical training as the virtual experience of the production control in this school.

The use of this software enabled to give the class in the form of playing game. The student will have the interest in the production control, and improve the system which they made to the efficient one. However, there were some problems in this lecture method. The most students did not compete for their system positively on simulator.

The virtual experience was useful for the student to acquire the knowledge. On the other hand, we found a lot of faults in the simulator when we were using one on technical training

Keywords : FEM simulator,　Production Control Study,　Lecture Method, PBL

1. はじめに

近年多くの生産現場は中小企業といえども自動化が進んでいる．これらの企業ではプロセス管理者ばかりでなく，個々の技術者であっても工程管理の知識が必要とされている．学校教育における現行の教育プログラムには生産システムとして工程管理の知識の学習は開講されているものの座学のみで，設備の面から実験・実習は行なわれていない場合が多い．一方企業からは「製造現場での製品や情報の流れの概略をなかなか理解してくれない．自分の担当の仕事にのみ目を向けられないでいる．物の流れの把握と生産管理をもう少し具体的に把握して欲しい.」という要求がある．今日の生産現場では１ロットが少なく仕様の異なった製品の製造（多品種少量生産）が多い．中小企業こそ効率的な生産計画を作成する能力が問われていることも背景にある．

一般に教育現場では現実の生産システムを構築して製品組み立ての管理を体験できる場がないため，学生の学習は教科書の域を出ないのが現状である．そこで，ＦＭＳ(Frexible Manufacturing System)のシミュレーションソフトを導入して生産管理を疑似体験できる実習を講義に組み込んだ．複数種類の製品を製造する生産ラインの設計から工程管理までの疑似体験ができるので，効率の良いライン設計や製造方法を学生間で競うゲーム形式で学習させるべく講義に持ち込もうと計画した．本報告ではこの導入の課程を報告する．

+機械工学科

2. 生産管理学習シミュレーターの導入

2.1　生産管理教育の実習例

本講義の準備にあたり他の学校現場ではどのように行われているか調べた．

(1) 実際のＦＭＳを導入して部品組み立てを行わせている．
(2) 実際に動く小型モデルを用いて製作はしないが作業のふりをするシステムを用いる．[市販]
(3) グループで実際に何か製品を作るラインを手作業

で構成して製造をする疑似システムを構築する.
(4) シミュレーションソフトを用いて疑似体験する.

(1)(2)は実機の導入コストが高い. (3)では例えば“かけうどん”を作るラインを学生自身が作業機械となり FMS を構築して実習する例があるが,機械システムの実感が得られない. 作業の場所と安全性の確保が困難.

以上の例を参考に本報告では費用対効果を考慮してシミュレーションソフトの導入とした.

2.2　ＦＭＳシミュレーター

製造部品の加工組み立てを想定して品種や製造個数を想定してＦＭＳを構築した後,装置の稼働率や製造歩留まりを与え,実際の製造に要する時間や優先製品の完成時刻を得ることができる. また各製造装置の使用時間を表示させてボトルネックを解消したり,ライン構成の改善をしてより効率的な生産ラインを設計できるものである.

2.3　講義での導入手順

専攻科１年開講の知的生産システムの演習テーマとして導入した. ３本のみの購入のため,本科の４,５年生の実験には導入しにくいこと,また本科５年生で生産システムを学習することから学習の流れと相互関係から専攻科の講義の自学演習として導入した.

学生の学習計画

対象学生　専攻科１年 13 人 (AMS)

1.　講義
　FA/CIM の歴史,ネットワークと MAP,ＮＣ工作機械,ＦＭＳ,シミュレーター,工程設計 [1]

2.手作業による工程設計
　簡単な生産設備で部品を生産する例題を作成してガントチャートを作成させる.
　全員が表計算ソフトのエクセルによるガントチャートの作成だった.

3.少し複雑な問題で手作業の大変さを体験する
　先の例の中に特急品を最優先として製造するようガントチャートの作成を割り込ませるスケジューリング規則を与えた. これにより,特急品の投入時点から以降の生産計画を全て再計算しなければならないことを体感する.

ここまでは個人の課題として実施したが,これ以降はシミュレーターを用いたグループワークとして実施した.

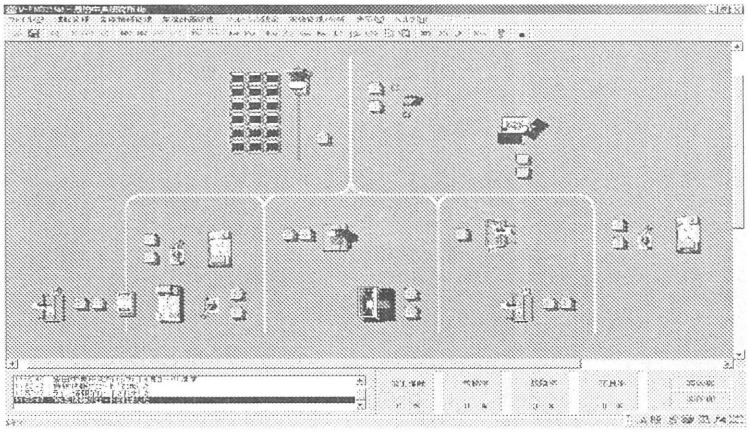
4. V-FMS21 マニュアルの翻訳 [2]
取扱説明書の主要部分を分担して和訳し,集めた訳文を３部作成してグループに配布.

5.課題の提示
　６工程からなる３品種のコイル芯を生産する複雑な部品の製作をシミュレーターで構成する.

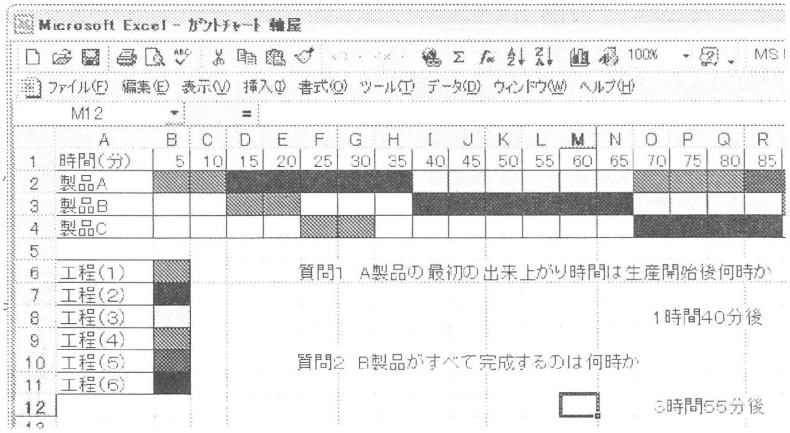
6.各グループが設計した FMS システムに,工作機械の稼働率や製品歩留まりを設定しての製品製作時間短縮のゲームを行うことでグループ間のライン設計の評価を行う.

3. 講義への適用と結果

受講学生が例年になく多数だったため３グループに分けて代表者のノート PC にアプリケーションをインストールさせた. インストールも全グループ問題なかった. FMS に関する運用知識は本科で学習しており,生産管理の実際的な知識は講義していたため予備知識があり和訳は十分なものが得られていた. その後,教師側からシステムの機能や学生の能力を考慮した課題を



FMS シミュレーターによる製造ライン設計例



学生による手計算でのガントチャート作成例

あたえた.

夏期休暇中の期間を与えて結果を提出するよう指示したものの,アプリケーション使用上の問題が生じた.大きい問題は,FMS シミュレーターで設計したシステムのファイルが保存できないとか,PC の日時が正確にあわせていなかったため,シミュレーターの製造開始日との矛盾が生じ,製造ができないで止まるなど,初歩的なミスがあったものの,レポートとして形のあるものを得られた.

しかし,学生にとって本課題の最大の関心事と目標にしたグループごとに設計したラインの生産管理に関するゲームが行えなかった.理由は提出の３システムともほとんど同じ構成のもので,一見してどのような条件を与えても生産時間に差が出る設計ではなかった.

学生にはアプリケーションの持つ種々の解析機能を使って解析しながら効率的な仮想工場を作ってもらうのを目的としていた.しかし,マニュアルの例題を一部改変しただけで提出されたものが多く,色々な解析が全くなされていなかった.従ってスケジューリング規則を変えただけでも生産時間の短縮が可能であるのに,いずれも試みてなく,デフォルトのスケジューリング規則である FIFO 規則だけが適応された結果が提出されていた.

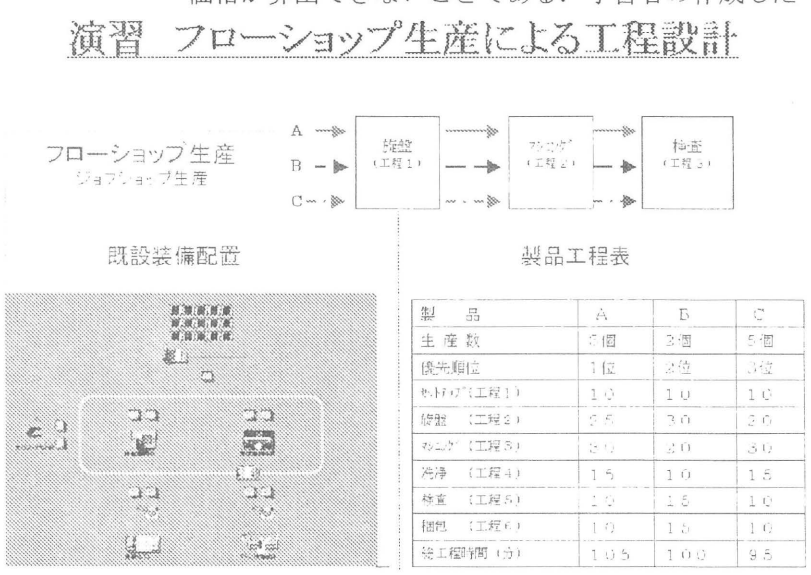
提出後,講義時に教師側でいくつかのランダムな事故（工作機械の故障や特急製品の割り込み製造など）を与えて,設計システムの総生産時間を競わせる競技会を実施し,その後自作システムの改良を行う時間を与えて再度競技会を開く予定でいた.

4. おわりに

従来テキストから用語としての概念のみを学習していた生産管理の知識をシミュレーターを用いて実際に生産の現場で管理をしているような疑似体験を通して実際の管理を体験することを講義に導入した.仮想システムでもの作りを行い様々な生産管理手法を試みることで,学習者のテキスト的知識は実用的な運用知識に高められたことはシミュレーター導入の利点となった.

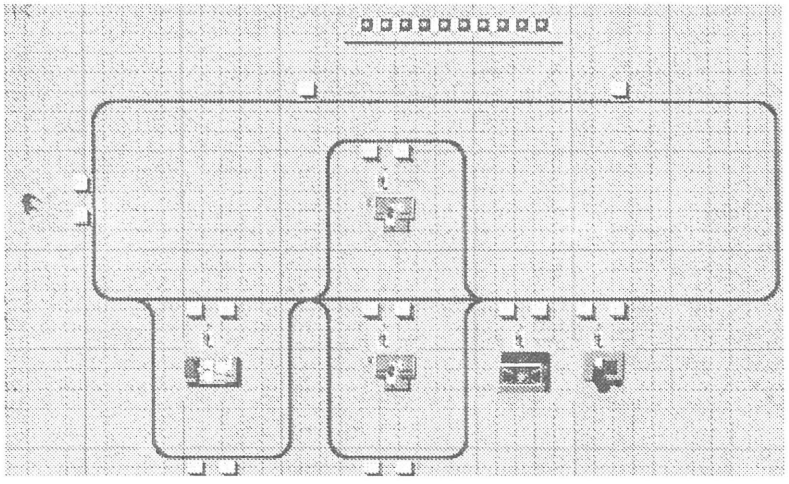
しかし実際には学生の創造性を引き出すことには失敗した.ゲーム形式の授業で学生の興味を引きつつより効率の良いシステムへの改善を自発的に試みさせることを課せなかった.課題の設定や演習の時間が適切でなかったのかもしれない.しかし本演習はこれからますます必要とされる内容を含んでいるので,さらに講義方法を考慮して初期の目的を達成できるよう教育方法の改善が必要とされる.

一方,実際に設計物の競争を前提とした使用を考えたため,このシミュレーターの欠点も多く発見できた.最大の欠点は加工装置や製造装置の価格を含めた製造価格が算出できないことである.学習者の作成した



製　品	A	B	C
生 産 数	5個	3個	5個
優先順位	1位	2位	3位
(工程1)	10	10	10
(工程2)	25	30	20
(工程3)	30	20	30
(工程4)	15	10	15
(工程5)	20	15	10
(工程6)	10	15	10
総工程時間 (分)	105	100	95

学生への課題



課題に対する生産システム構築例

FMS はラインの長さが異なったり,自動倉庫の数が異なったりするが,過剰装備になっている場合もあり,生産計画は製造装置の費用も考慮して立てる必要があるので,設備費用の算出は必要な要素である.これにより製品１個の製造原価を見積もるわけで,この機能が本シミュレーターの欠点であろう.

講義への導入の形態は,個人に１本のシミュレーターを与えて,演習させるようにしたい.

実際に大規模な工場をシミュレーターで置き換えて体験できる意義は大きく,安全に,短時間で実際的な学習を目指せることではこのシミュレーションは非常に教育効果があると思われる.

参考文献

1) 藤本英雄:コンピュータ統合生産システム, コロナ社, 1993
2) V-FMS21(a) Tutorial, NETS, 2004